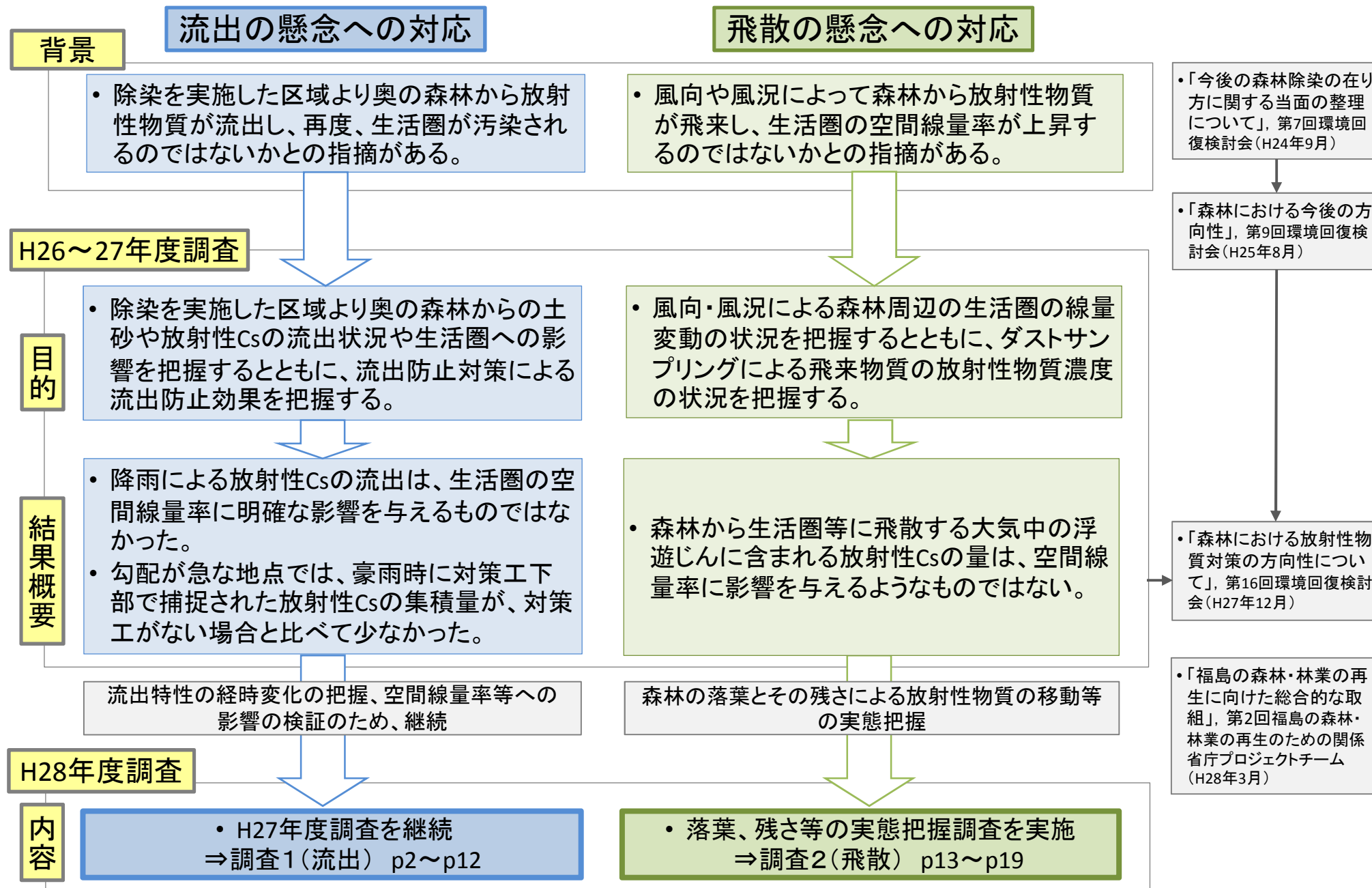


森林の調査事業について(中間報告)

平成28年12月
環境省除染チーム

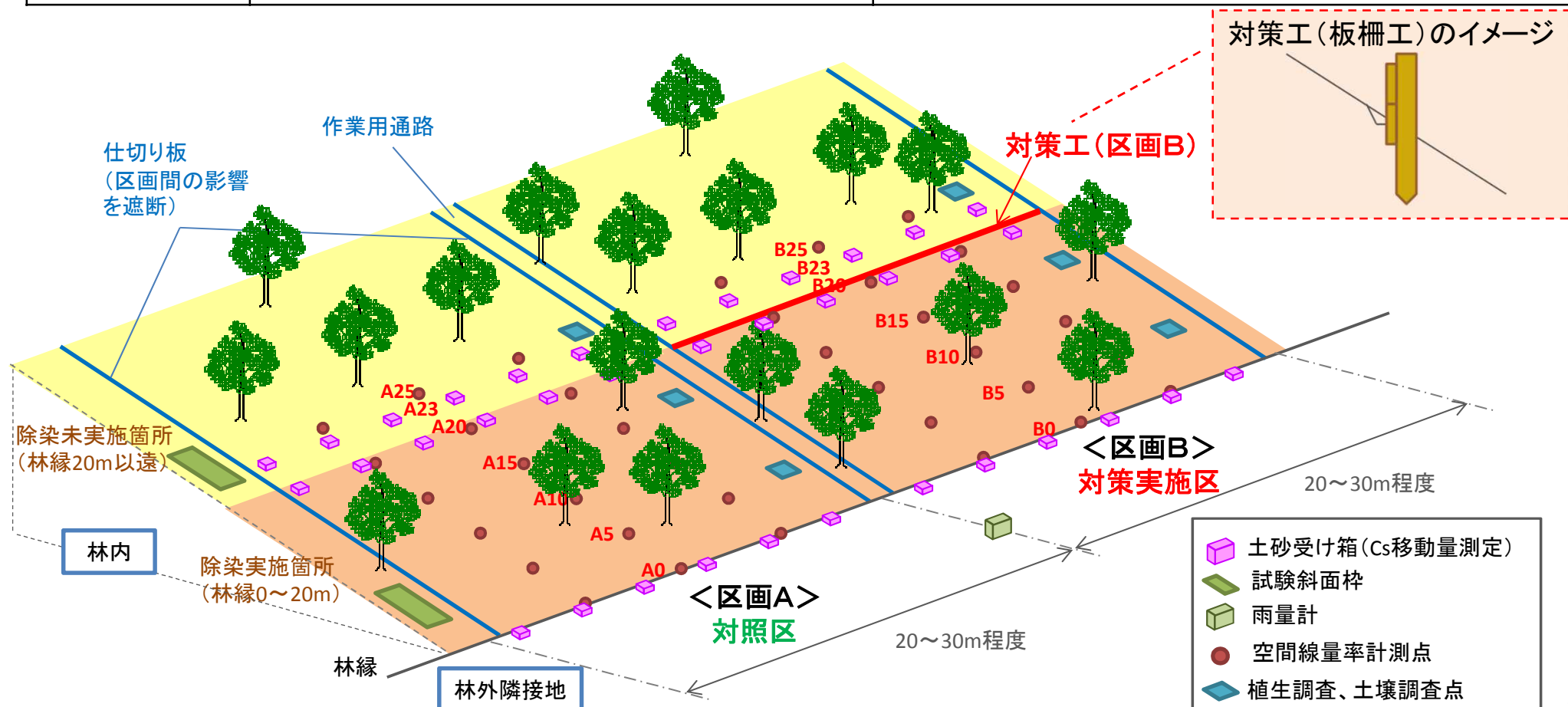
森林の調査事業の取組状況



1-1. 調査1(流出)の概要 (1)実施イメージ

- 対策実施区(流出防止対策工あり)と対照区(対策工なし)を比較し、林縁20m以遠からの土砂等及び放射性Csの移動状況や影響の程度を把握するとともに、対策工による流出防止効果を把握する。
- また、除染実施の有無が土砂等及び放射性Csの移動に与える影響を把握する。

区画	区画A: 対照区	区画B: 対策実施区
目的・実施内容	何も手を加えずに、林縁0～20mからと20m以遠からの移動状況を合わせて把握	林縁20m付近に流出防止対策工(板柵工)を設置し、対策による流出防止効果を把握



1-1. 調査1(流出)の概要 (2)測定項目

- モニタリングにより土砂等及び放射性Csの移動状況等を把握するとともに、降雨の状況や植生の回復状況、森林の特性との関係を把握する。
- モニタリングは経時変化が確認できるよう、一定期間継続して行う。

■ 土砂や放射性Csの移動状況

空間線量率
(1m、1cm高さ)

- ・ 生活空間への影響
- ・ 林内の線量の分布の変化

土砂等及び放射性Csの移動量
(試験斜面枠(図1)での測定)

- ・ 表流水により移動する土砂等(落葉・土壌・懸濁物等)及び放射性Csの量を捕捉
- ・ 除染実施の有無による比較

土砂等及び放射性Csの移動量
(土砂受け箱(図2)での測定)

- ・ 雨滴・表流水により移動する土砂等(落葉・土壌等)及び放射性Csの量を捕捉
- ・ 対策工の有無による比較

■ 土砂や放射性Csの移動に影響を及ぼす可能性がある項目

降水量

- ・ 降雨等の状況と土砂等及び放射性Csの移動の関係(短期的な変動)

林縁0~20mの林床の状況

- ・ A0層や植生の回復状況と土砂等及び放射性Csの移動の関係(中長期的な推移)

森林の特性(樹種、斜面の傾斜、
20m以遠の林床の状況等)

- ・ 森林の特性と土砂等及び放射性Csの移動の関係(実施場所間の比較)

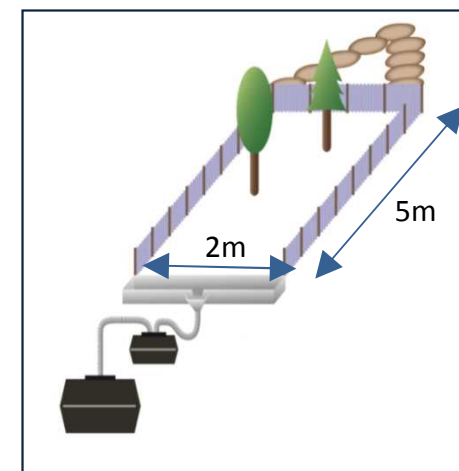


図1 試験斜面枠

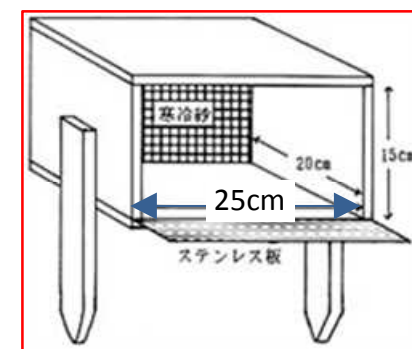


図2 土砂受け箱

1-1. 調査1(流出)の概要 (3)実施場所

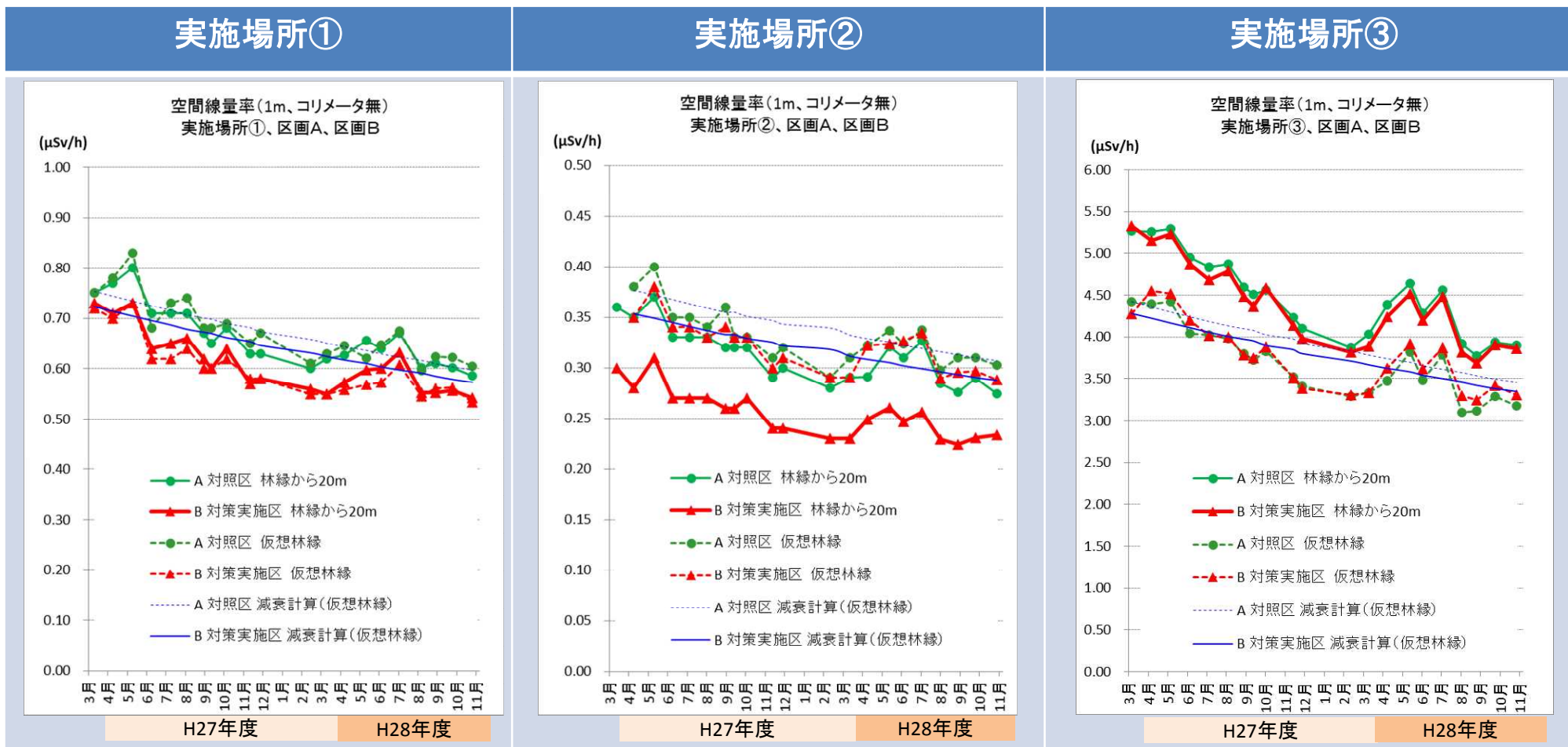
- 福島県内の森林の中から、調査が実施可能な場所であり、土砂の流出や対策による流出防止効果を確認しやすく、また、実施場所間の比較ができるよう、樹種等について異なる特徴を有する場所を選定。
- 平成27年4月から試験斜面枠・土砂受け箱での試料採取等に本格着手し、平成28年度も継続実施中。

No				実施場所①	実施場所②	実施場所③
場所						
実施場所の概要	森林の状況	植生	樹種	・ 混交林(スギ、カラマツ等)	・ 広葉樹林	・ 混交林(アカマツ、ミズナラ、カエデ等)
			下層植生・林床	・ 下層植生が乏しい(被度5%) ・ A0層: L層約10cm、F層約5cm、H-A層約20～30cm (平成26年6月時点)	・ アセビが群生 ・ A0層: L層約5cm、F層約10cm、H層約5cm (平成26年6月時点)	・ 下層植生が乏しい(被度5%) ・ A0層: L層約3cm、F層約2cm、H層約2cm (平成26年5月時点)
		地形	傾斜	・ 手前が急傾斜(45°) ・ 以降35°程度で比較的均一	・ 30°程度で比較的均一	・ 手前が急傾斜(60°) ・ 以降30°程度で比較的均一
			奥行き(斜距離)	・ 60m程度可 ・ 道路端から8mを仮想林縁とした	・ 60m程度可 ・ 道路端から6mを仮想林縁とした	・ 50m程度可 ・ 道路端から10mを仮想林縁とした
			横幅	・ 50m程度	・ 40m程度	・ 60m程度
	空間線量率 (平成26年5月)			・ 0.8～1.0μSv/h (林縁1m高)	・ 0.5～0.6μSv/h (林縁1m高)	・ 6.0～6.8μSv/h (林縁1m高)

注: 均一の傾斜で一般性をみるため、人工的な急傾斜部分を排除し、仮想林縁を設定している。

1-2. 調査1(流出)の中間結果 (1)空間線量率の経時変化

- 調査実施場所の空間線量率推移の傾向を見ると、値が一時的に横ばいまたは上昇した時期もあるが、調査期間全体を通してみれば概ね自然減衰程度の漸減傾向となっている。

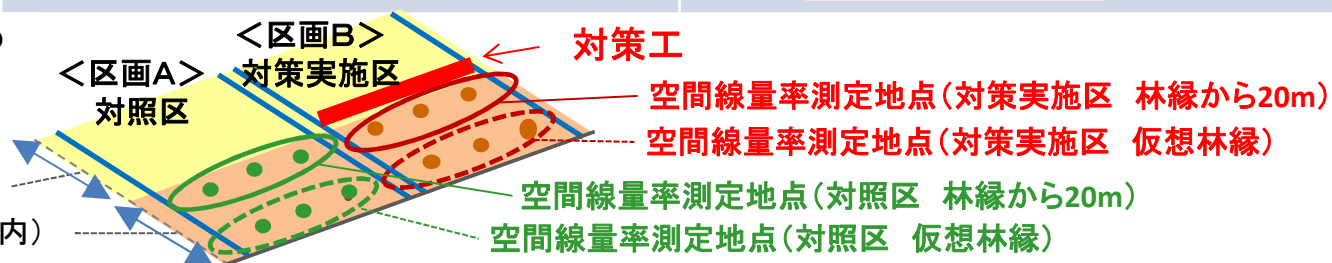


注:「減衰計算」とは、仮想的に自然減衰した場合の空間線量率の変化を示したものの。

図 空間線量率測定地点の配置

除染未実施箇所(林縁20m以遠)

除染実施箇所(林縁から20m以内)

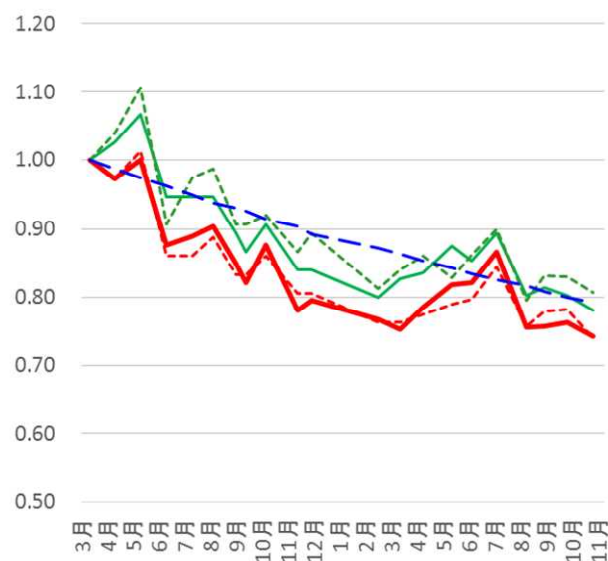


1-2. 調査1(流出)の中間結果 (1)空間線量率の経時変化

- グラフは、区画(対策工の有無)や林縁からの距離によらず、実施場所毎に類似した形を示しており、対策工の有無(区画A⇔区画B)による明確な傾向の違いは見られない。
- 空間線量率の値は、秋季から冬季には自然減衰よりも低下し、春季から夏季にかけて上昇する傾向が見られる。

実施場所①

空間線量率推移の傾向 実施場所①
(計測開始月を1とする)

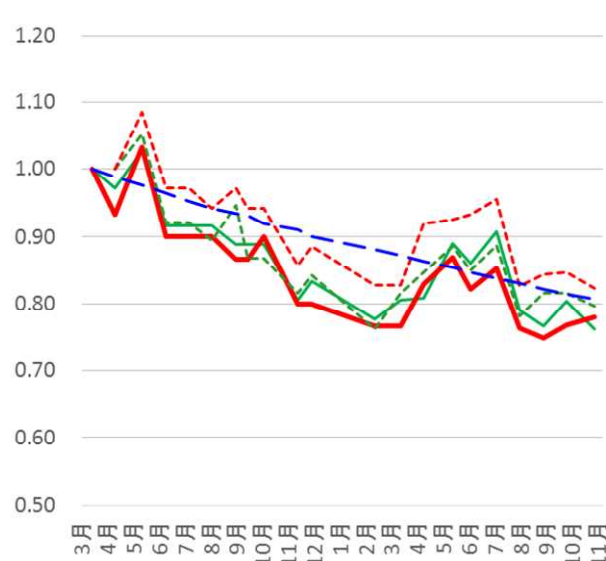


H27年度 H28年度

— A 対照区 林縁から20m
— B 対策実施区 林縁から20m
--- A 対照区 仮想林縁
--- B 対策実施区 仮想林縁
--- 減衰計算

実施場所②

空間線量率推移の傾向 実施場所②
(計測開始月を1とする)

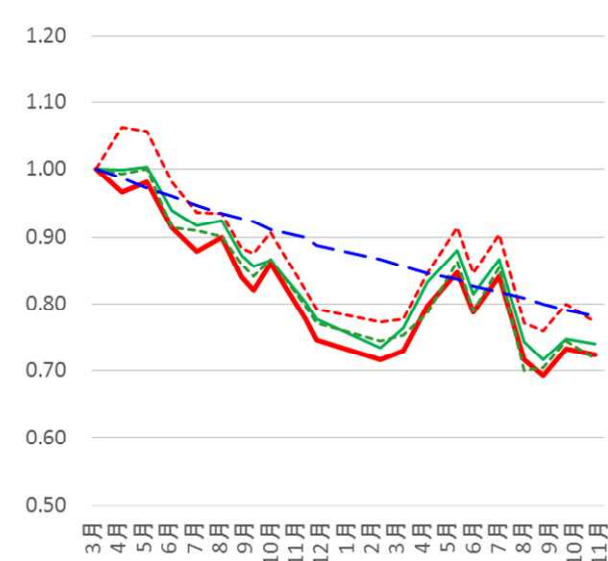


H27年度 H28年度

— A 対照区 林縁から20m
— B 対策実施区 林縁から20m
--- A 対照区 仮想林縁
--- B 対策実施区 仮想林縁
--- 減衰計算

実施場所③

空間線量率推移の傾向 実施場所③
(計測開始月を1とする)



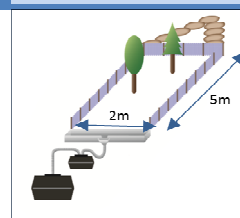
H27年度 H28年度

— A 対照区 林縁から20m
— B 対策実施区 林縁から20m
--- A 対照区 仮想林縁
--- B 対策実施区 仮想林縁
--- 減衰計算

1-2. 調査1(流出)の中間結果

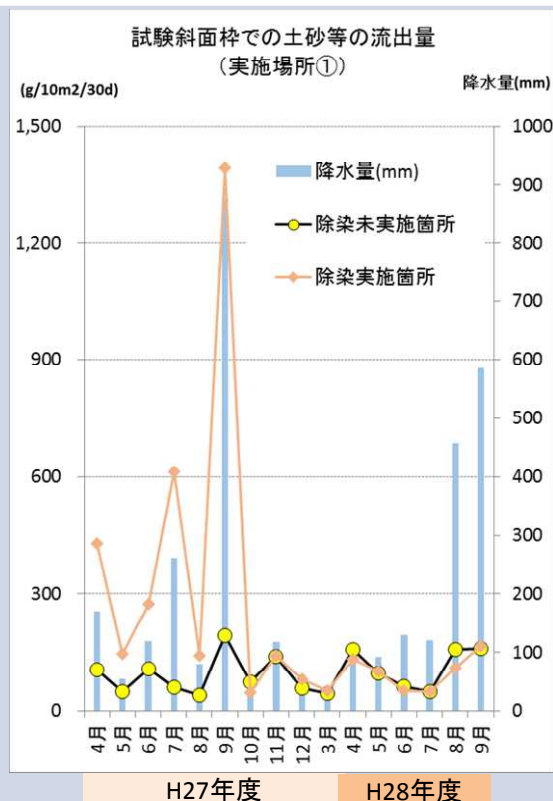
(2)除染が土砂等及び放射性Csに与える影響 a.土砂等の移動量

試験斜面枠での計測結果

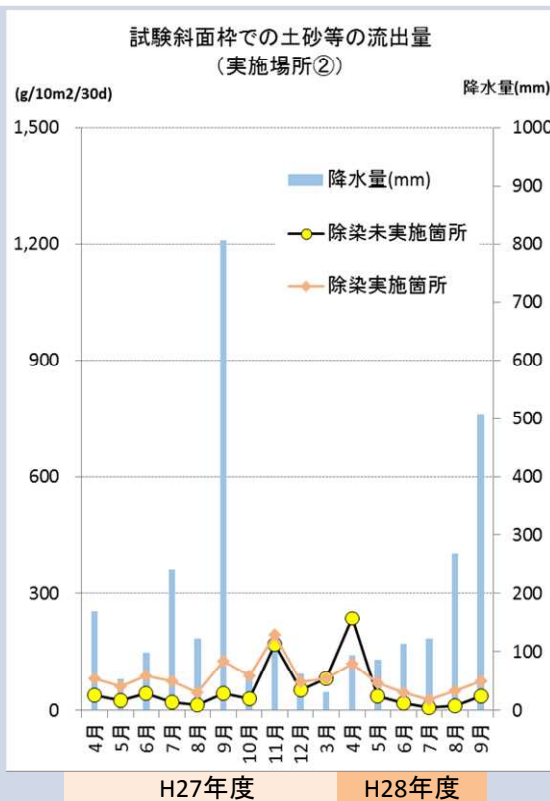


- 試験斜面枠で捕捉された土砂等の量は、降水量と関係性が見られ、実施場所①、③において、豪雨時(H27年9月)の流出が突出している。
- H27年9月までは除染実施箇所(林縁から20m以内)の方が除染未実施箇所(20m以遠)よりも土砂等の移動量が多かったが、H27年10月以降は両者における移動量に明瞭な差は見られない。

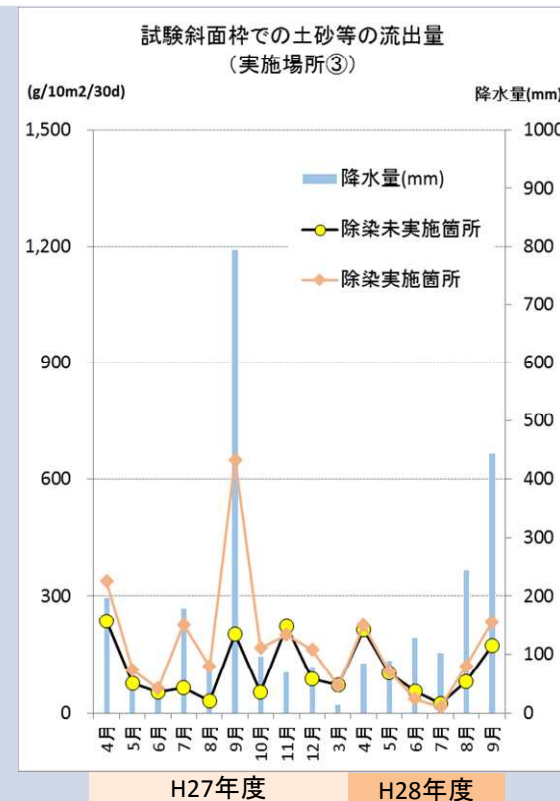
実施場所①



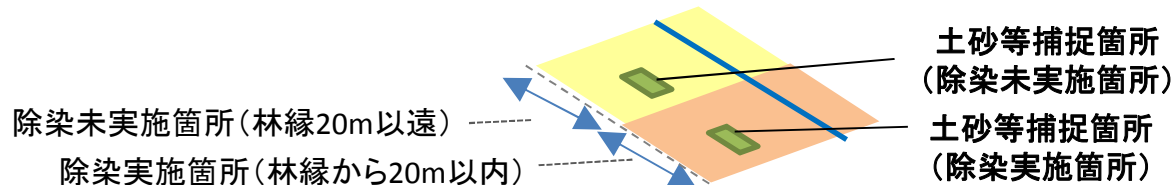
実施場所②



実施場所③



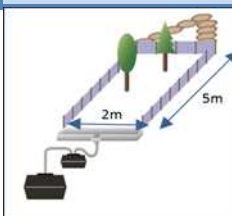
注1: 「土壌・落葉等」、「懸濁態」に分けて計測しているが、混在があり内訳は不正確であるため、合計値のみ示す。
 注2: 実施場所②における7月の降水量は欠測のため、近似値として実施場所①(実施場所②から直線距離1.5km程度)の降水量を示す。



1-2. 調査1(流出)の中間結果

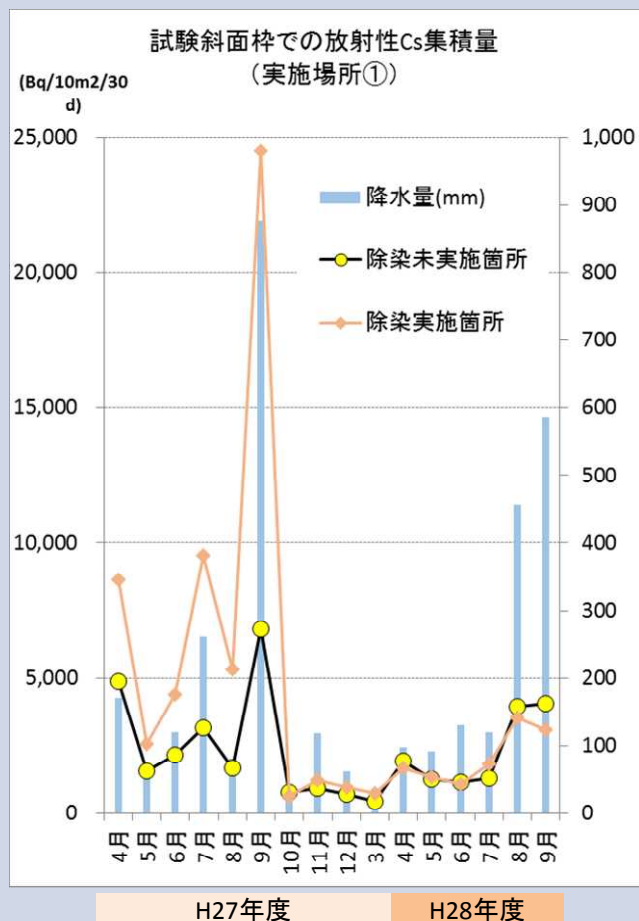
(2)除染が土砂等及び放射性Csに与える影響 b.放射性Csの集積量

試験斜面枠での計測結果

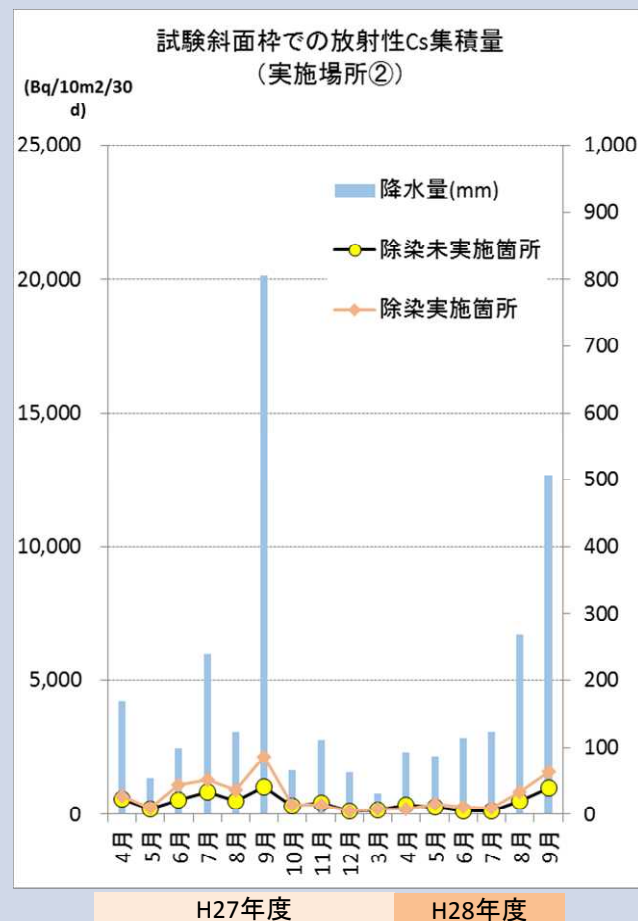


- 試験斜面枠で捕捉された放射性Cs集積量は、実施場所により大きく異なっている。
- H27年9月までは除染実施箇所(林縁から20m以内)の方が除染未実施箇所(20m以遠)よりも放射性Cs集積量が多かったが、**H27年10月以降は一定の傾向は見られない。**

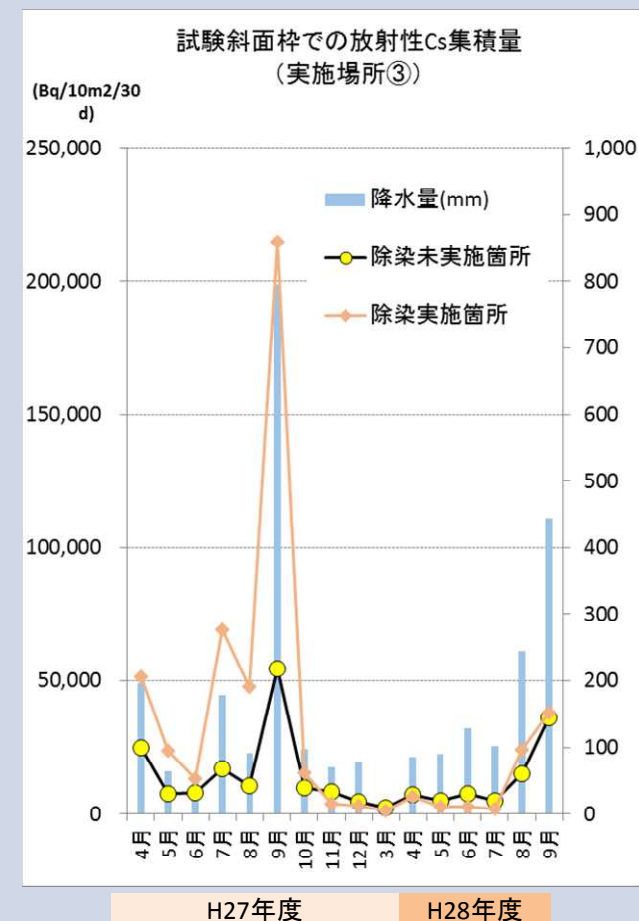
実施場所①



実施場所②



実施場所③



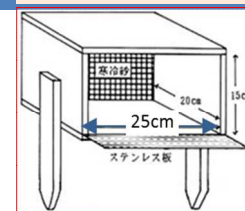
注1: 「土壌・落葉等」、「懸濁態」、「水(溶存態)」に分けて計測しているが「水(溶存態)」は僅少。「水(溶存態)」以外の合計値のみ示す。

注2: 実施場所③のグラフのみ放射性Cs集積量のスケールが異なる。

1-2. 調査1(流出)の中間結果

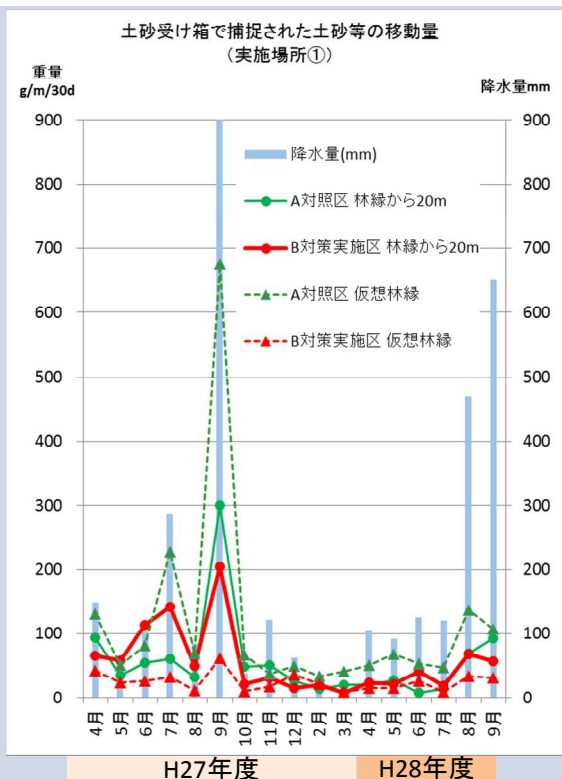
(3)対策工が土砂等及び放射性Csに与える影響 a.土砂等の移動量

土砂受け箱での計測結果

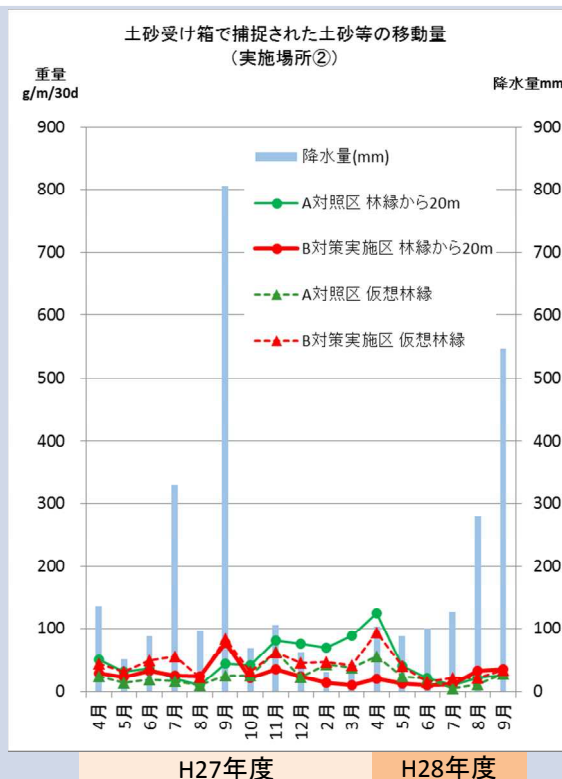


- 土砂受け箱で捕捉された土砂等の量は、降水量と関係性が見られ、実施場所①、③において、豪雨時(H27年9月)の流出が突出している。

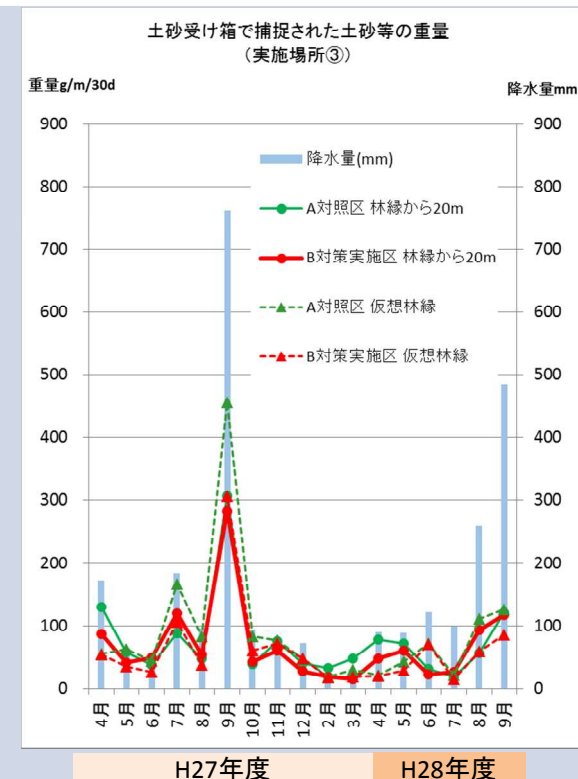
実施場所①



実施場所②



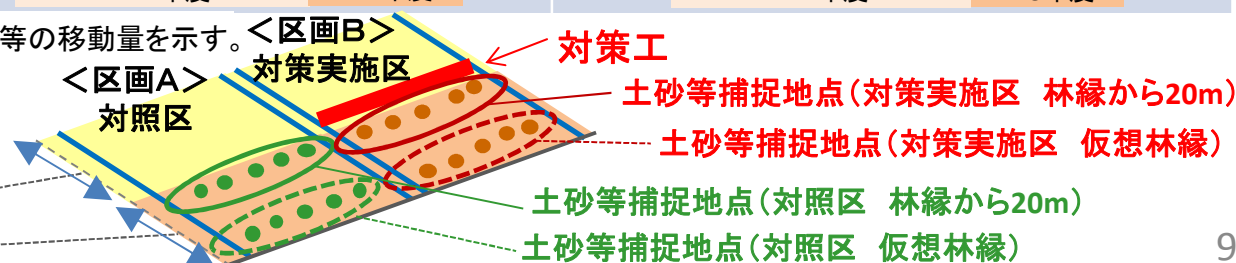
実施場所③



注1: 「林縁から20m」は、林縁20mの対策工下部で捕捉した土砂等の移動量を示す。

注2: 「土壌」と「落葉等」に分けて計測しているが、両者の混在(土壌が落葉等に付着、落葉等の破片が土壌に混入等)があるため、合計値のみ示す。

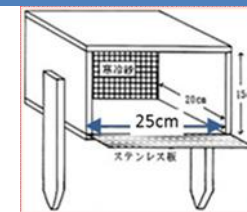
除染未実施箇所(林縁20m以遠)
除染実施箇所(林縁から20m以内)



1-2. 調査1(流出)の中間結果

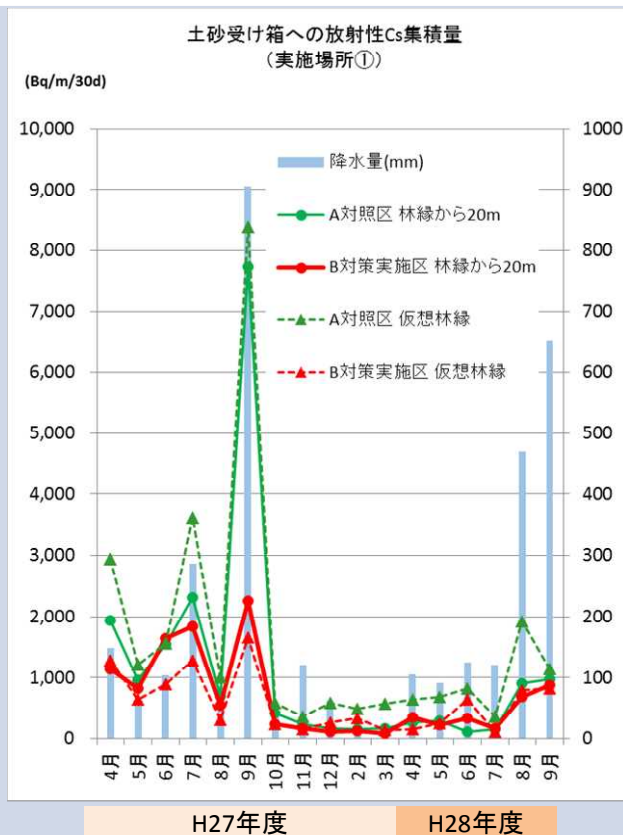
(3)対策工が土砂等及び放射性Csに与える影響 b.放射性Csの集積量

土砂受け箱での計測結果

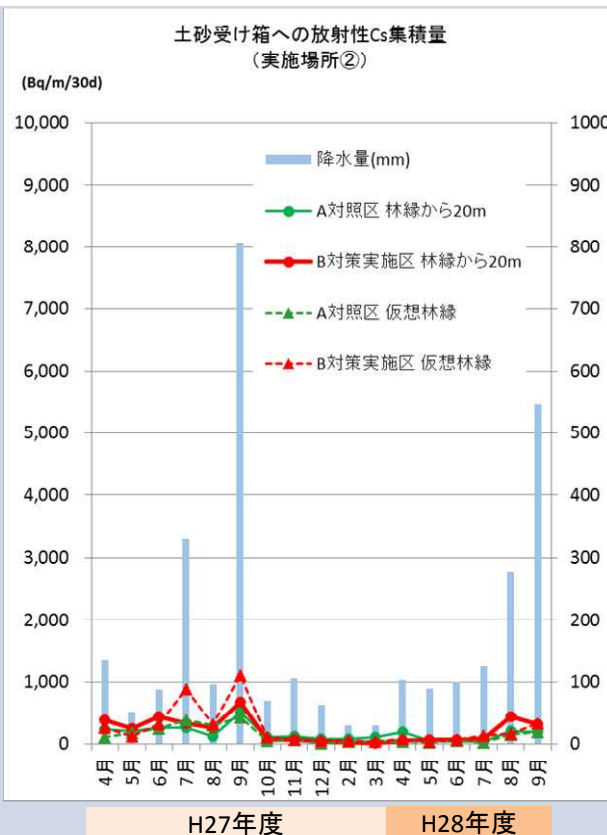


- 土砂受け箱で捕捉された放射性Csの集積量は、実施場所により大きく異なっている。
- H28年4～9月の総降水量は、前年同期間と同程度だが、放射性Csの集積量は前年より少ない。
- 勾配が急な地点では、豪雨時(実施場所①のH27年9月)に対策工の下部で捕捉された放射性Csの集積量が、対策工がない場合と比べて少なかった。それ以降は、対策工の有無による有意差は確認されていない。

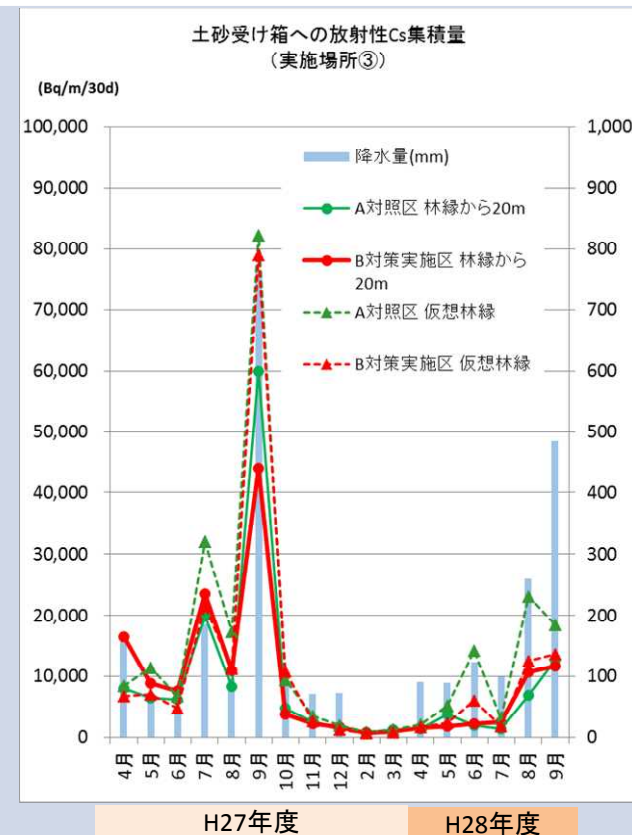
実施場所①



実施場所②



実施場所③



注1: 「林縁から20m」は、林縁20mの下部で捕捉した放射性Csの移動量を示す。

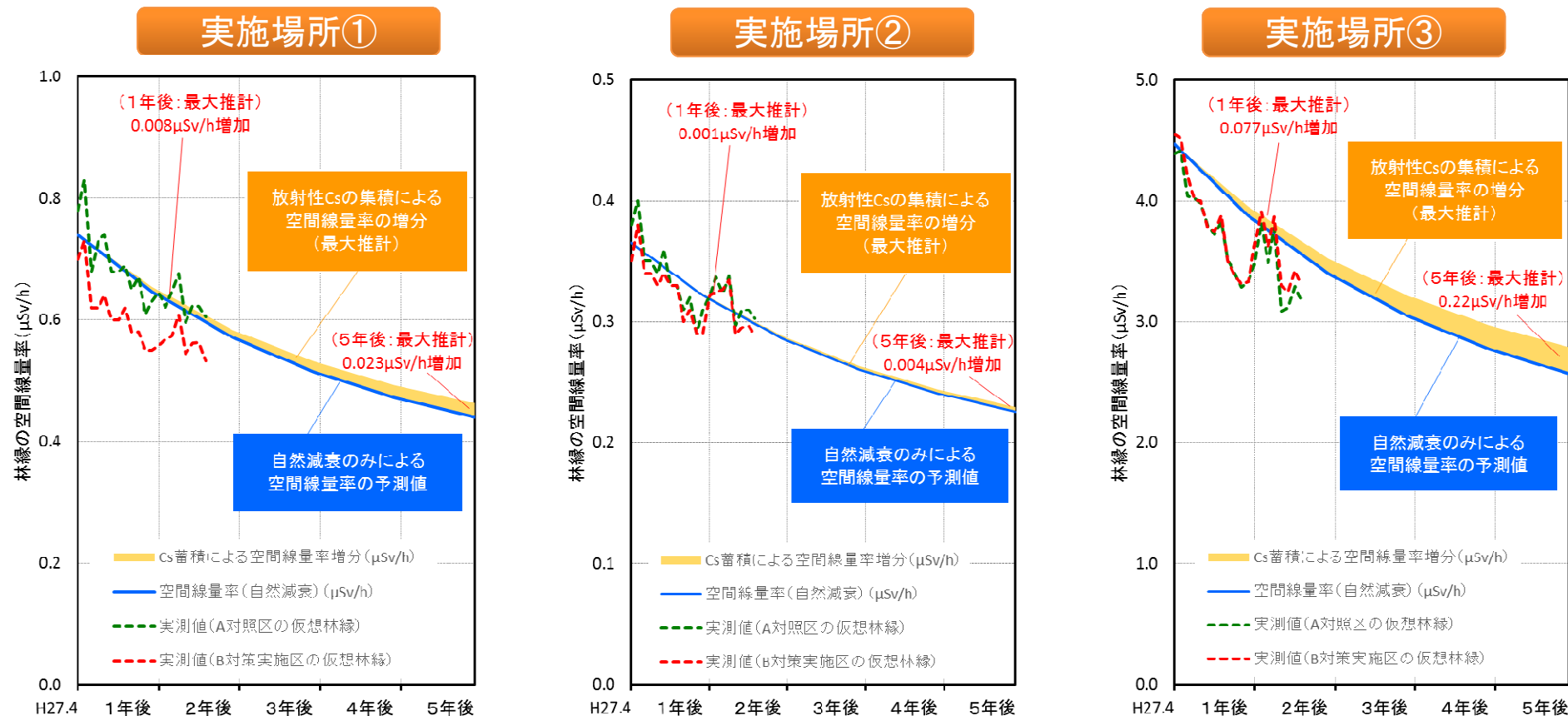
注2: 「土壌」と「落葉等」に分けて計測しているが、両者の混在(土壌が落葉等に着着、落葉等の破片が土壌に混入等)があるため、合計値のみ示す。

注3: 実施場所③のグラフのみ放射性Cs集積量のスケールが異なる。

1-3. 空間線量率への影響の推計(第16回環境回復検討会(平成27年12月21日)時点)

- 降水量が非常に多かったH27年度と同じ状況が5年間継続した場合の放射性Csの集積による空間線量率の増分は実施場所の状況によって異なるものの、いずれの場所においても放射性Csの自然減衰によって空間線量率は継続的に減少すると考えられる。
- 各実施場所における空間線量率の実測結果(平成27年4月～平成28年11月)は、季節によって一時的な上昇はあるものの、概ね自然減衰相当か、自然減衰を下回る減少傾向を示している。

放射性Csの集積が林縁の空間線量率に及ぼす影響の推計 (降水量が非常に多かったH27年度と同じ状況が5年間継続した場合)



※自然減衰による空間線量率の予測値(放射性Csの移動がない場合を想定した空間線量率の予測値)は、第64回原子力安全委員会資料第1-1号「現在の空間線量率から将来の空間線量率を予測する考え方について」に従い算定。ウェザリングは考慮せず。

1-4. 調査1(流出)の中間まとめ

これまでの調査1(流出)の結果から、以下のことが確認された。

(1) 空間線量率の経時的変化

- ・ 自然減衰相当の漸減傾向。対策工の有無による明瞭な違いは見られない。

(2) 除染が土砂等及び放射性Csに与える影響

- ・ 土砂等の量は降水量と関係性が見られ、**実施場所①、③において、豪雨時(H27年9月)の流出が突出している。**
- ・ 土砂等の移動量及び放射性Csの集積量は、H27年9月まで除染実施箇所(林縁から20m以内)の方が除染未実施箇所(20m以遠)よりも多かったが、**H27年10月以降は両者に明瞭な差は見られない。**

(3) 対策工が土砂等及び放射性Csに与える影響

- ・ **H28年4～9月の総降水量は、前年同期間と同程度だが、放射性Csの集積量は前年より少ない。**
- ・ 放射性Cs集積量は実施場所により大きく異なり、勾配が急な地点では、豪雨時(実施場所①のH27年9月)において、対策工の下部で捕捉された放射性Csの集積量が、対策工がない場合と比べて少なく、**対策工の有無による有意差が確認された。**

(4) 放射性Cs流出による林縁部の空間線量率への影響

- ・ 森林から林縁に到達した放射性Csが全量林縁に蓄積するという保守的な条件の下で、林縁における空間線量率の増分を推計した結果、降水量が非常に多かったH27年度と同じ状況が5年間継続した場合、5年経過後(H32年3月末)の空間線量率は、自然減衰のみによる空間線量率の予測値に対し、約1.7%増(実施場所②)～約8.5%増(実施場所③)となった。
- ・ **各実施場所における空間線量率の実測結果(平成27年4月～平成28年11月)は、季節によって一時的な上昇はあるものの、概ね自然減衰相当か、自然減衰を下回って減少傾向を示しており、上記結果は十分に安全側の推計であったと考えられる。**

以上より、

- ・ **前回の中間報告以降のデータ(H27年10月～H28年9月)を含めても、実施場所の違いや対策工の有無如何によらず、生活圏の空間線量率に大きな影響を与えるような森林からの放射性Csの流出は確認されなかった。**
- ・ **H28年4～9月は、前年同期間と比べて放射性Cs集積量は少なく、対策工の有無による有意差は確認されなかった。これは、両期間で総降水量は同程度だったが、H28年4～9月の方が豪雨時の降雨強度が低かった(※)こと等によるものと考えられる。**

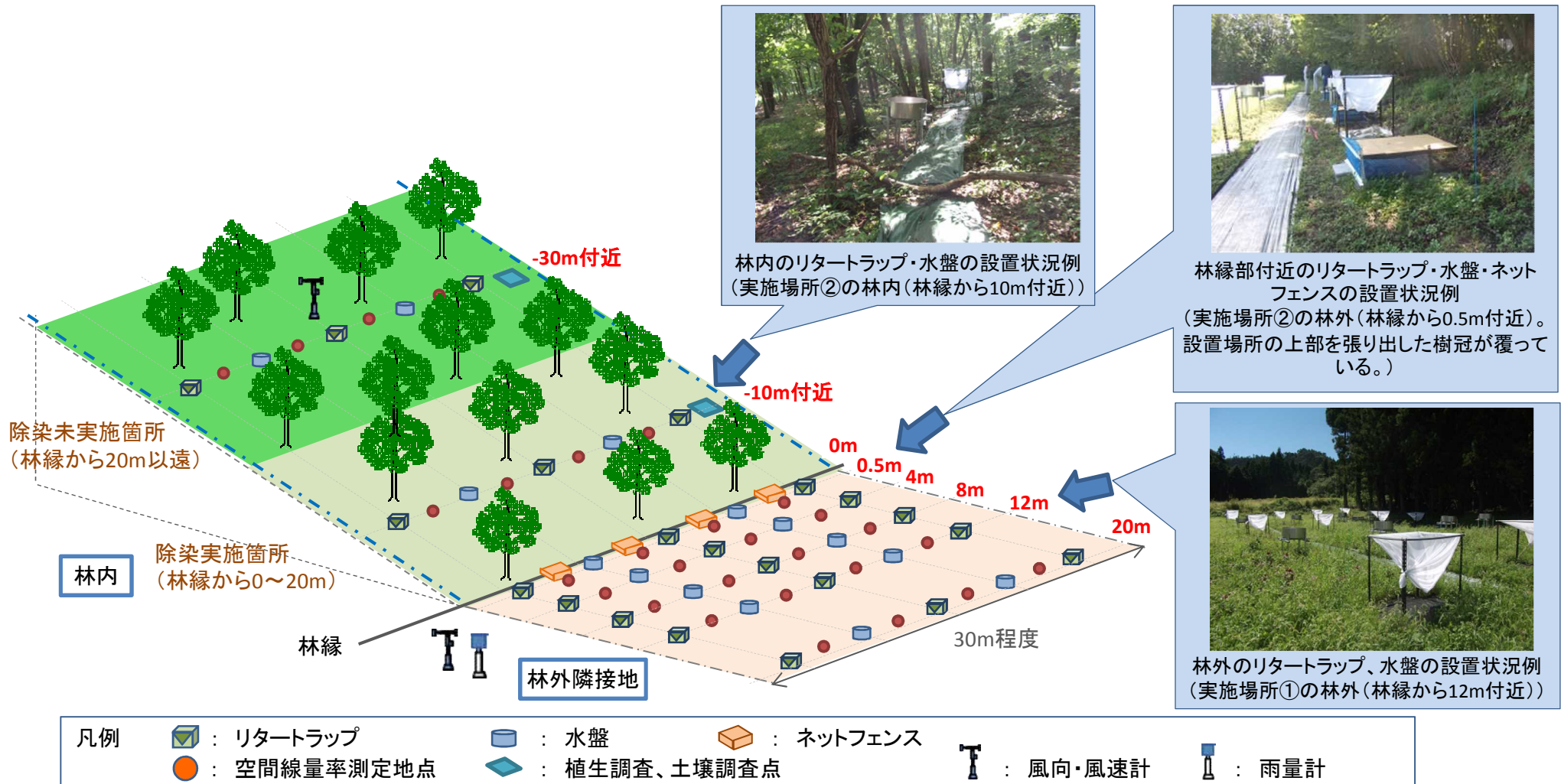
※ 豪雨期間中(連続3日間程度)の降雨量：H27年9月豪雨時は400～500mmであったのに対し、H28年8月台風時は150～200mm程度。

【今後の対応】

- 今年度引き続き本調査事業を実施し、流出特性の経時変化の把握、空間線量率等への影響推計の検証等を行う。

2-1. 調査2(飛散)の概要 (1)実施イメージ

- 林内(除染実施箇所／未実施箇所)及び森林に隣接する場所において、落葉やその残さ等(以下「落葉等」という。)の量、放射能濃度等の捕捉・分析を行うことにより、森林からの落葉等の移動に係る実態を把握し、落葉等の移動による森林外への影響を把握する。



2-1. 調査2(飛散)の概要 (2)測定項目

- モニタリングにより落葉等及びそれに伴う放射性Csの移動状況等を把握するとともに、降雨の状況や植生の回復状況、森林の特性との関係を把握する。
- モニタリングは経時変化が確認できるよう、落葉期を中心に一定期間継続して行う。

■落葉等や放射性Csの移動状況の把握

リタートラップ(図1)による落葉等の採取・測定

- ・ 林縁からの距離別の採取試料の重量及び放射能濃度

水盤(図2)による落葉等の採取・測定

- ・ 林縁からの距離別の採取試料の重量及び放射能濃度

ネットフェンス(図3)による落葉等の採取・測定

- ・ 地表付近の移動物の重量及び放射能濃度



図1 リタートラップの設置状況



図2 水盤の設置状況



図3 ネットフェンスの設置状況

■実施場所毎の背景状況・特性の把握

空間線量率(1m、1cm)

- ・ リタートラップ・水盤・ネットフェンス付近の空間線量率

土壌の放射能濃度

- ・ 林内外のコアサンプリング、林内のスクレーパ調査

生の枝葉の放射能濃度

- ・ 夏季における生の枝葉(新葉・古葉)の放射能濃度

樹木(樹種別)の分布

- ・ 実施場所における樹種構成、高木の分布等

林床の状況

- ・ 林床被覆率、下層植生状況、A0層の層厚等

気象条件

- ・ 林内外の風向・風速、降水量、温度・湿度

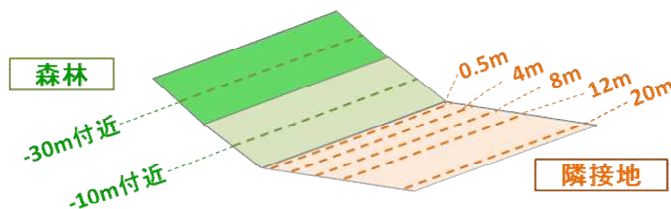
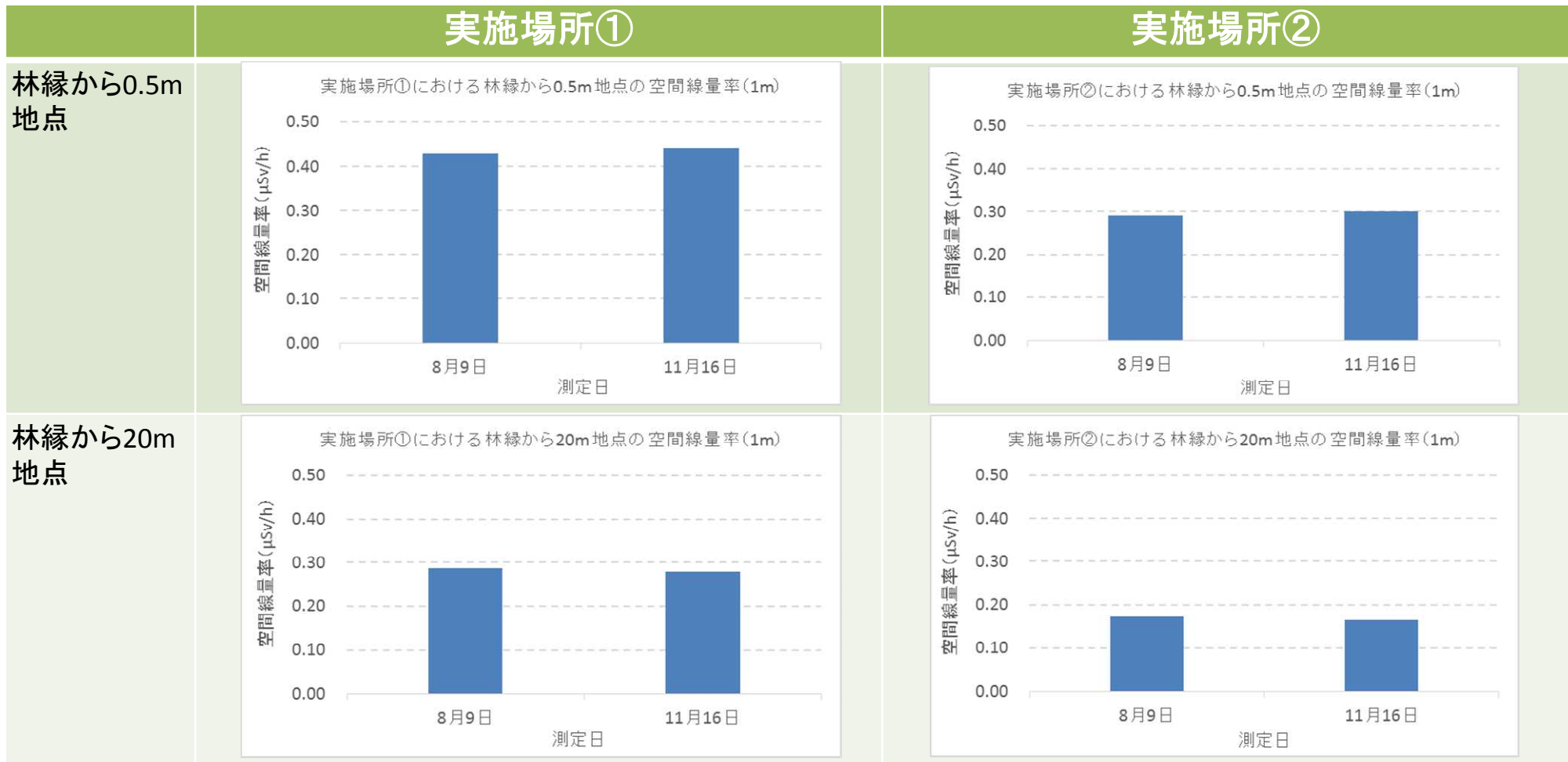
2-1. 調査2(飛散)の概要 (3)実施場所

- 福島県内の森林の中から、調査が実施可能な場所であり、落葉等の飛散の傾向及びその影響を確認しやすく、また、実施場所間の比較ができるよう、樹種等について異なる特徴を有する場所を選定。
- 平成28年8月から、リタートラップによる試料採取や空間線量率測定等に本格着手。

	実施場所①	実施場所②
面積等		
赤枠: 林内 (幅30m × 奥行40m) 橙枠: 林外 (幅30m × 奥行20m)		
植生	スギ林(林縁にウメ等の広葉樹あり)	落葉広葉樹林(コナラ、ミズナラ、クリ、ヤマボウシ等)
地形	林外は平坦。林内は10m付近まで緩傾斜、10m以遠は急傾斜ながら作業道等あり。	林外から林奥に向けて緩やかな上り坂。斜度5°程度の比較的均一な斜面。
除染実施状況	森林: 平成27年3月除染完了。 隣接地(農地): 平成28年1月除染完了。	森林: 平成25年7月除染完了。 隣接地(牧草地): 平成26年5月除染完了。

2-2. 調査2(飛散)の中間結果 (1)落葉期の空間線量率

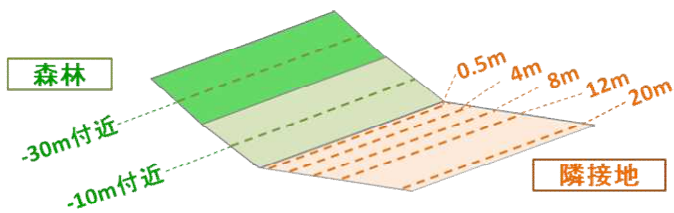
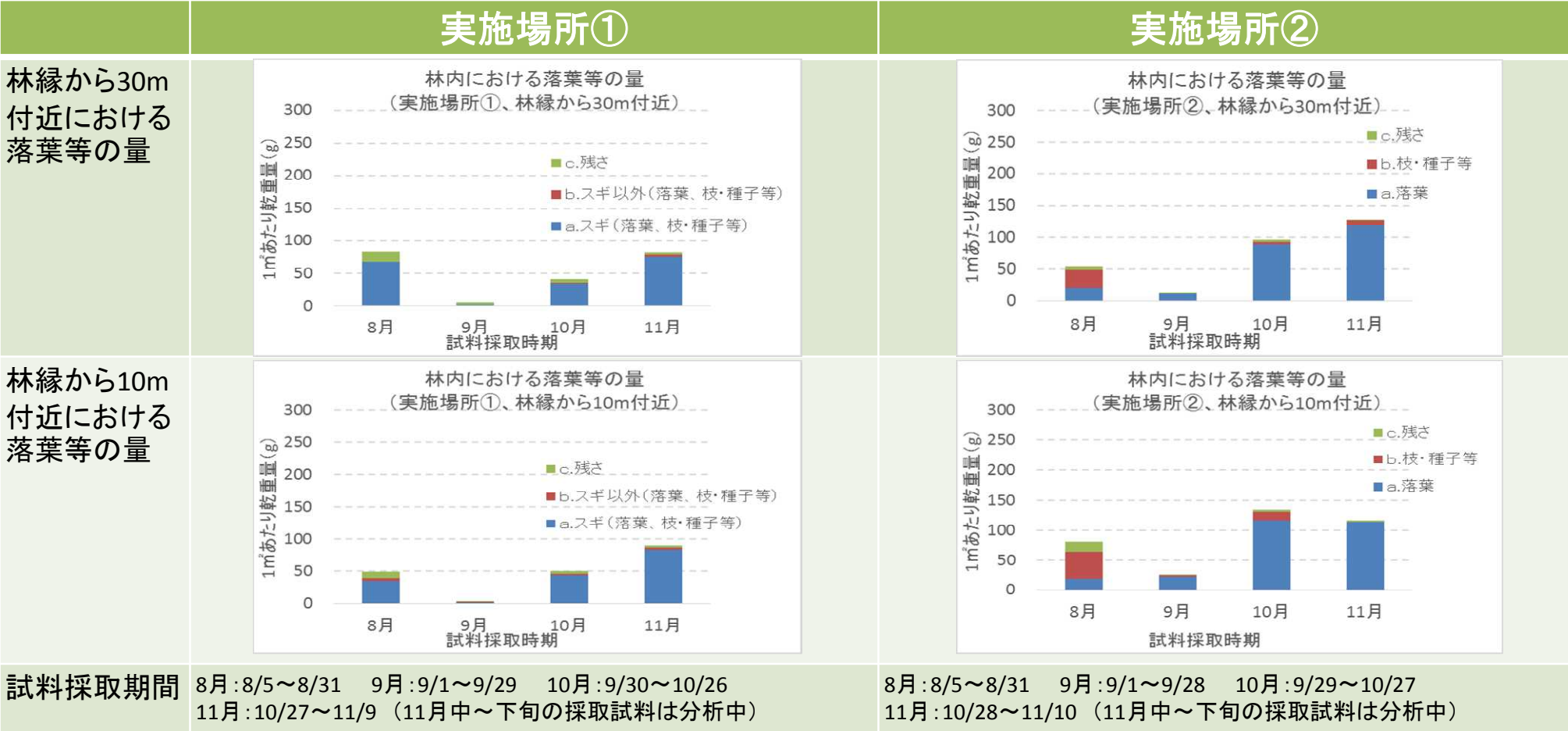
- 実施場所①、②ともに、調査着手当初(8月9日)と落葉期(11月16～17日)の1m高さの空間線量率に顕著な変化は見られなかった。



試料採取場所(林縁からの距離別ライン)のイメージ

2-2. 調査2(飛散)の中間結果 (2)林内における落葉等の量(乾重量)

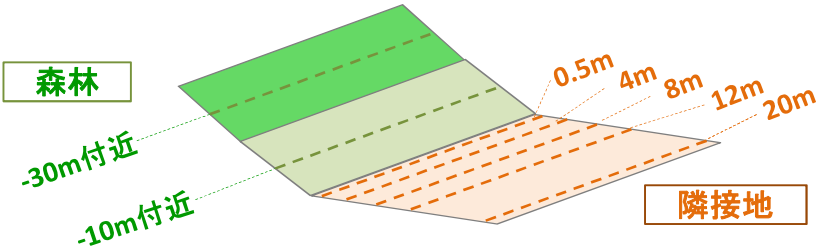
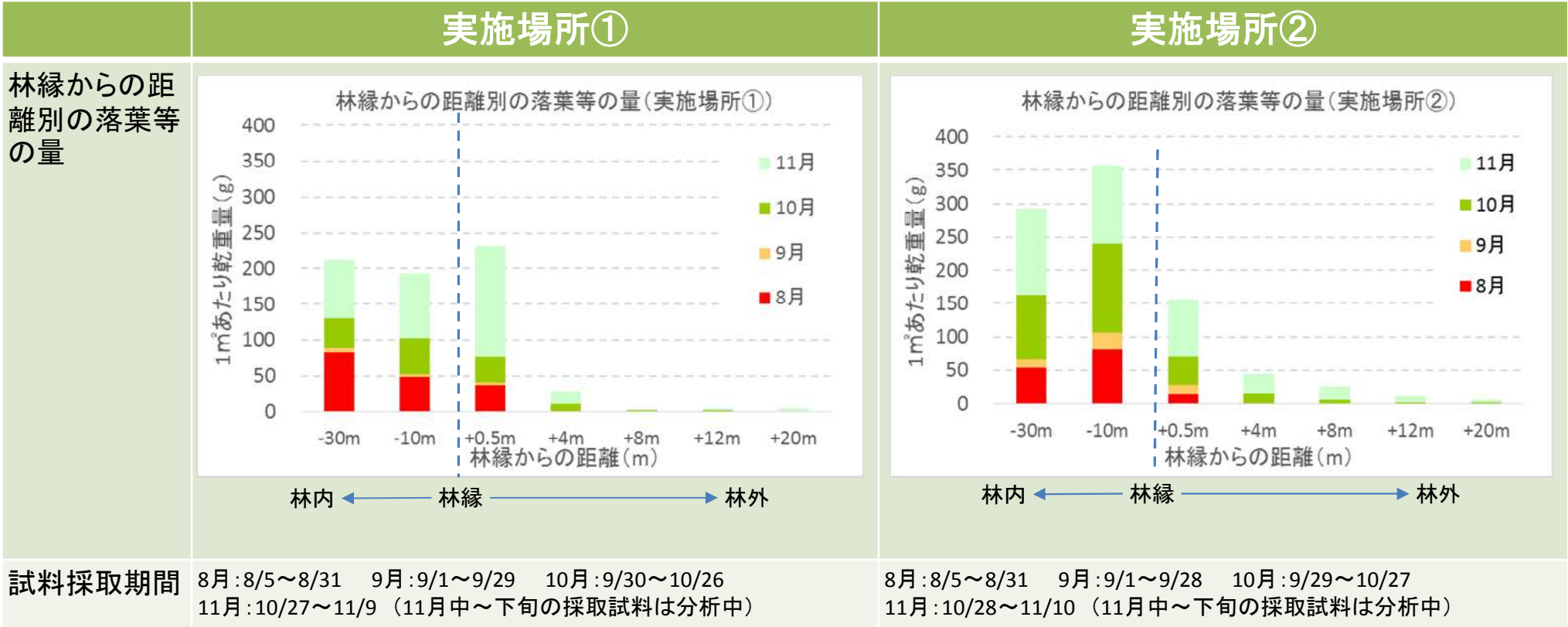
- 調査着手から11月上旬(落葉期の半ば過ぎ)までに林内で採取された落葉等の量は、実施場所①(スギ林)では200g/㎡程度、実施場所②(落葉広葉樹林)では300～350g/㎡程度であった。
- 8月の落葉等の量が多かったのは、8月中～下旬に相次いで上陸・通過した台風の影響によるものと考えられる。



試料採取場所(林縁からの距離別ライン)のイメージ

2-2. 調査2(飛散)の中間結果 (3)林外への落葉等の量

- 調査着手から11月上旬までに林外で採取された落葉等の量は、上部を樹冠が覆っている0.5m地点では150～230g/m²程度であるが、4mでは30～45g/m²程度、8m以遠ではさらに少なく、林縁からの距離が遠いほど少なかった。



試料採取場所(林縁からの距離別ライン)のイメージ

2-3. 調査2(飛散)の中間まとめ

これまでの調査2(飛散)の結果、以下の傾向がみられた。

(1) 空間線量率の分布及び経時的変化

- 実施場所①、②ともに、調査着手当初(8月9日)と落葉期(11月16～17日)で、1m高さの空間線量率に顕著な変化は見られなかった。

(2) 林内における落葉等の量(乾重量)

- 調査着手から11月上旬(落葉期の半ば過ぎ)までに林内で採取された落葉等の量は、実施場所①(スギ林)では200g/m²程度、実施場所②(落葉広葉樹林)では300～350g/m²程度であった。
- 8月の落葉等の量が多かったのは、8月中～下旬に相次いで上陸・通過した台風の影響によるものと考えられる。

(3) 林外への落葉等の量

- 調査着手から11月上旬までに林外で採取された落葉等の量は、上部を樹冠が覆っている0.5m地点では150～230g/m²程度であるが、4mでは30～45g/m²程度、8m以遠ではさらに少なく、林縁からの距離が遠いほど少なかった。

【今後の対応】

- 今年度引き続き本調査事業を実施し、森林の特性に応じた落葉等の飛散に伴う放射性物質の移動の実態を把握する。
 - ① 落葉期後半(11月下旬～12月)の実測データも含めた林縁からの距離ごとの落葉等の採取量を基に、風散布種子の分布推定のために開発された物理モデル等を援用し、林縁からの距離に応じた落葉等の飛散量をモデル化する。
 - ② ①の結果を用いて、落葉等の飛散による空間線量率等への影響の度合いの推計方法を検討し、推計を実施する。